

令和 5 年 5 月 24 日現在

機関番号：37114

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K10300

研究課題名(和文) 拡張現実とプロジェクションマッピングを用いた教育用コンテンツの開発

研究課題名(英文) Developing educational content using augmented reality and projection mapping

研究代表者

香川 豊宏 (Kagawa, Toyohiro)

福岡歯科大学・口腔歯学部・教授

研究者番号：00258592

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：CTおよびMRIの画像解剖を学習するために、VR技術を用いた教育用コンテンツの開発を行った。まず、頭頸部におけるCTのDICOMデータを用いて、骨の3D-CGを作成した。そのデータに、歯科領域において重要な筋肉、腺組織、神経、リンパ節の3D-CGを組み入れた。完成したデータをVR動画に変換し、学習者が3Dゴーグルを使用することにより、三次元的に観察できるコンテンツとした。また、この3D-CTデータを利用し、派生的なコンテンツとして、各組織をブロック状に切り出し、3D-CGプリンタにて出力を行った。学習者はこれらブロックを並び替えることにより、各組織の位置情報を繰り返し学習することができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歯科診療において、画像診断は非常に重要な過程である。しかし、正確な画像診断を行うためには、画像解剖の知識を十分に習得しておく必要がある。本研究で開発されたコンテンツにより、学習者は歯科領域で重要な筋肉、腺組織、神経などの組織の3次元的位置関係を容易に学習できる。その結果、CTやMRIにける疾患の診断能の向上が見込まれ、国民の健康寿命の延長に寄与できると考える。

研究成果の概要(英文)：To facilitate the learning of image anatomy using CT and MRI, we developed educational content utilizing VR technology. First, we created a 3D-CG model of the bones using the DICOM data from a head and neck CT scan. We then incorporated 3D-CG models of important muscles, glandular tissues, nerves, and lymph nodes relevant to the dental field. The completed data was converted into a VR video, enabling learners to observe the structures three-dimensionally using 3D goggles. Furthermore, we used the 3D-CT data to create derivative content by cutting out each tissue into block-like shapes and outputting them using a 3D-CG printer. Learners can repeatedly study the positional information of each tissue by rearranging these blocks.

研究分野：歯科放射線

キーワード：インターネット VR CT MRI

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

外科的手術を行う際に人体の解剖学的構造、機能を確実に知識として習得することは必須の事項である。手術の際に骨や筋肉の位置関係、神経や血管の走行などを確実に理解していないと切開線の設定など手術計画すら立案することができない。また、解剖の知識不足は手術ミスや後遺症を引き起こすことにも繋がる。そのため歯学部学生の教育に人体解剖が取り入れられている。しかし、一度だけの人体解剖では人体の構造を完全に理解することは不可能であるため、その後は教科書などで繰り返し学習するしかないのが現状である。しかし、二次元の写真では三次元である人体の構造を理解することは困難である。また、解剖の知識をある程度習得したとしても、臨床実習の現場で学生が実際の手術手技を行う機会はほとんどなく、見学を行う程度に留まっているのが現状である。しかも、見学の症例は限られており、顎顔面領域で行われる手術の内、数種類を見ることができぐらいであろう。限られた時間での理解は極めて困難である。これらの問題点は、近年急速に発達を遂げてきた AR 技術とプロジェクションマッピングを応用することで解消可能と考えている。我々はこれまで直感的で分かりやすいインタラクティブなコンテンツを研究し、開発を行ってきた。現在、我々の開発したコンテンツはインターネット上に公開されており (<http://radiology.nobody.jp>) 国内外の 20 以上の施設で活用されている。歯学部のみならず医学部や医療機器メーカーからもコンテンツの使用願いを受けている。また、我々が平成 23 年度から行っている最新のコンピュータ技術を応用した X 線管球や発生装置の 3DCG 化に関する研究 (基盤研究 C「3D 立体視が可能な歯科放射線学に関する学習支援教材の開発」研究代表者:香川豊宏) で開発したコンテンツを臨床実習などで使用しながら学生教育を行っており、学生には非常に好評を得ている。

2. 研究の目的

拡張現実 (Augmented Reality : AR) とは人が知覚する現実環境をコンピュータにより拡張することが可能な技術を応用して、リアルタイムにコンピュータ上に現象をシミュレートすることをいう。本研究の目的は、この技術を応用して筋肉、血管、神経などの走行を解剖することなく可視化することや、口腔外科領域の手術シミュレーションを三次元的に提示するシステムを構築することにある。本学習支援システムを構築することにより、学生は人体の解剖学的構造や機能を理解することや外科的手術における手技の基礎的な知識を学ぶことが可能となる。リアルタイムシミュレーションが可能なシステムは臨床実習を劇的に改良できるコンテンツであると考えられる。

3. 研究の方法

1) 3D プリンタ (現有装置) を用い、頭蓋骨の簡易モデルを作製する。作製した頭蓋骨モデルに対しエッジベースマーカレス AR の実装準備を行う。頭蓋骨のエッジ部の抽出を行い、モデルの三次元的な空間座標を収集可能な状態にする。下顎骨は開口などの運動時における可動域の状態についても検出可能な状態とする。

2) 頭蓋部の筋肉、神経、血管を 3DCG 化し、頭蓋骨領域における空間座標を入力する。その後、筋肉については収縮・弛緩の動きをシミュレートした 3D のアニメーション CG を作成する。3DCG の作製においては OpenGL (SiliconGraphics, Inc.) を用いて汎用性を持たせる。

3) 完成した 3D データを ARToolKit (オープンソースプログラム, M・SOFT) にてエッジベース マーカレス AR プログラムに組み込み、頭蓋骨の動きと一致することを確認する。頭蓋骨のエッジデータを AR プログラムに組み込むことにより、エッジ部の移動を自動検出し、追跡することが可能となる。その座標とリンクした各組織の 3DCG を組み合わせ、頭蓋骨と筋肉や血管、神経の走行をリンクさせる。学習者は三次元表示ゴーグル型モニタを装着することにより手に持った模型で骨の位置を触れて確認をしながら、筋肉や血管・神経の走行を学習することができる。また、下顎骨を開口や側方運動させた際もエッジデータと 3D アニメーションが自動でリンクするため、学生は下顎骨の動きに応じた筋肉の収縮・弛緩を様々な角度からリアルタイムに観察することができる

4. 研究成果

1) CT/MRI の画像解剖の学習コンテンツ

CT/MRI の水平断・冠状断における重要組織を簡易的なモデルとして 3D-CG データを作成した。作成した断面は水平断として、上顎洞レベル、上顎骨レベル、下顎骨レベル、オトガイ部レベル、舌骨レベルの 5 種類、冠状断として、下顎枝レベル、オトガイ部レベルの 2 種類を作製した。この各組織を学生は PC 上で自由に並び替えて、位置関係を学習することができる (図 1)。

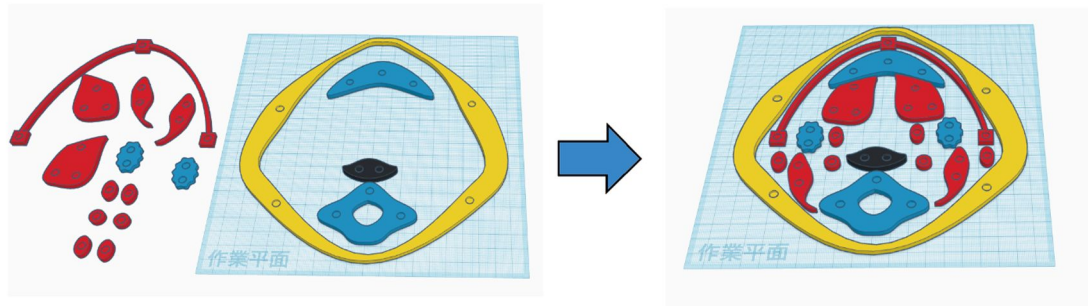


図 1 3D-CG の一例 (オトガイ部レベル)

また、このデータを STL 方式で書き出し、3D プリンタにて出力を行った。こちらは臨床実習で使用している。

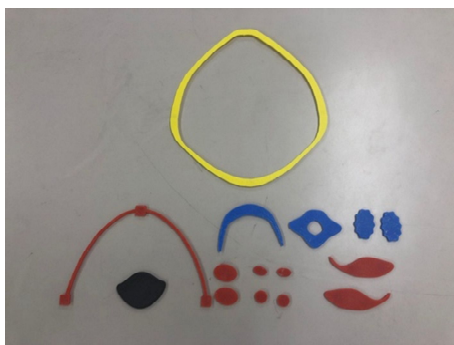


図 2 出力した模型

2) 3D ゴーグルを用いた視覚コンテンツ

重要構造物を 3D-CG として作製し、立体視可能なデータ (VR 動画) として保存を行った (図 3)。本データを学生が 3D ゴーグルを通して観察すると、目前に 3D-CG が現れ、学生は任意の角度から観察が可能となる。また自由に拡大縮小も可能である。

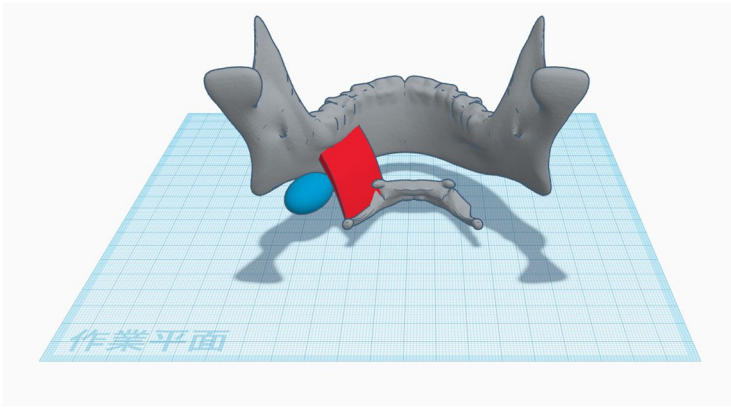


図3 3D-CGの一例

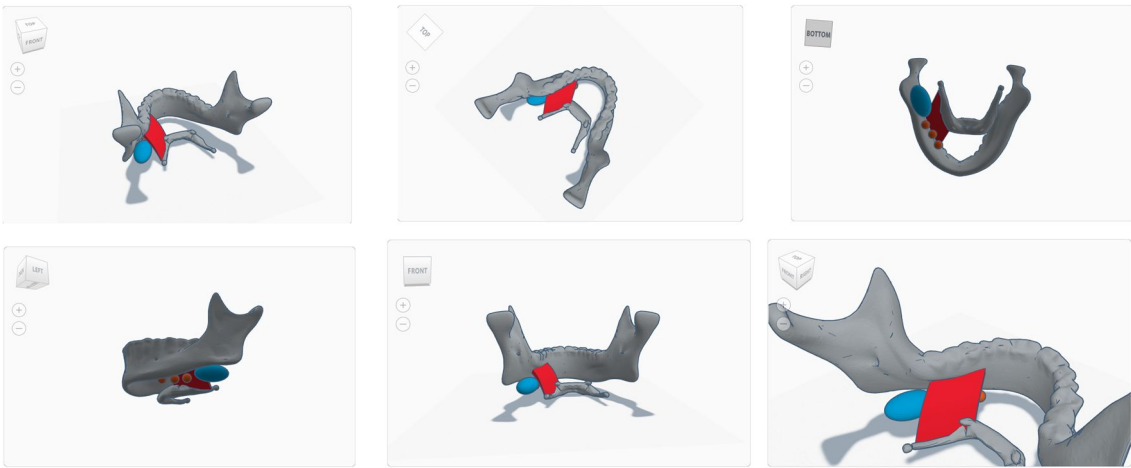


図4 完成したVR動画動画の一例

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	橋本 憲一郎 (Hashimoto Kenichiro) (00412619)	福岡歯科大学・口腔歯学部・准教授 (37114)	
研究分担者	稲富 大介 (Inadomi Daisuke) (00454934)	福岡歯科大学・口腔歯学部・診療放射線技師 (37114)	
研究分担者	佐藤 守 (Satou Mamoru) (10758006)	福岡歯科大学・口腔歯学部・診療放射線技師 (37114)	
研究分担者	筑井 朋子(白石朋子) (Chikui Tomoko) (80580472)	福岡歯科大学・口腔歯学部・講師 (37114)	
研究分担者	谷口 祐介 (Taniguchi Yuusuke) (90780057)	福岡歯科大学・口腔歯学部・講師 (37114)	
研究分担者	加倉 加恵 (Kakura Kae) (90465740)	福岡歯科大学・口腔歯学部・准教授 (37114)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------